

5 **Verfahren zur Ermittlung von Kraftstoffmehrverbrauch
in einem Kraftfahrzeug und Verfahren zur Anzeige des Kraftstoffmehr-
verbrauchs**

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Kraft-
stoffmehrverbrauchs in einem Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor
und einem Generator, insbesondere die Ermittlung des Kraftstoffmehr-
verbrauchs in Abhängigkeit von elektrischen Verbrauchern in dem Kraftfahr-
zeug. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Anzeige eines so er-
15 mittelten Kraftstoffmehrverbrauchs.

Es ist bekannt, in Kraftfahrzeugen den Verbrauch an Kraftstoff zu ermitteln
und dem Fahrer anzuzeigen. Ein Verfahren zur Bestimmung des Kraftstoff-
verbrauchs in Fahrzeugen ist beispielsweise in der europäischen Patentan-
20 meldung EP 1 205 738 A2 beschrieben. Hierbei erfolgt die Berechnung des
Kraftstoffverbrauchs mittels des relativen, indizierten, momentanen von der
Verbrennungskraftmaschine abgebbaren Moments und einer Mengenkons-
tante für das indizierte Moment sowie der Abtriebsdrehzahl der Verbren-
nungskraftmaschine und der Zylinderfüllung pro Umdrehung. Mit diesem Ver-
25 fahren wird somit der gesamte Kraftstoffverbrauch ermittelt.

Der Kraftstoff, der in dem Kraftfahrzeug verbraucht wird, dient aber unter-
schiedlichen Zwecken. Zum einen wird durch den Kraftstoff der Motor ange-
trieben, der wiederum für den Antrieb des gesamten Fahrzeugs über das
30 Getriebe dienen kann, zum anderen wird aber über den Motor auch der Ge-
nerator angetrieben. Von dem Generator werden elektrische Verbraucher in
dem Kraftfahrzeug mit der benötigten Spannung versorgt. Solche elektri-
schen Verbraucher in einem Kraftfahrzeug können beispielsweise die Klima-
anlage oder die Heckscheibenheizung sein. Werden diese Verbraucher in
35 einem Kraftfahrzeug aktiviert, das heißt in der Regel durch den Fahrer ange-
schaltet, so muss von dem Generator die benötigte Spannung zur Verfügung
gestellt werden und dadurch steigt der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs.

Durch eine Berechnung des Gesamtkraftstoffverbrauchs, wie diese beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung EP 1 205 738 A2 beschrieben ist, kann eine zuverlässige Ermittlung dieses Kraftstoffmehrverbrauchs nicht gewährleistet werden. Insbesondere kann bei dem Verfahren des Stands der Technik nicht sichergestellt werden, dass der Fahrer die Information erhält, dass die Kraftstoffverbrauchserhöhung durch den zusätzlich aktivierten elektrischen Verbraucher hervorgerufen wurde und welchen Betrag diese Kraftstoffhöhung besitzt. Selbst wenn durch das Verfahren des Stands der Technik beim Zuschalten eines elektrischen Verbrauchers eine Steigerung des Kraftstoffverbrauchs erkannt würde und diese durch die Angabe eines höheren Zahlenwerts dem Fahrer zur Kenntnis gebracht würde, so wäre es für den Fahrer nicht ersichtlich, wodurch dieser Erhöhung entstanden ist. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der Kraftstoffverbrauch für die Erzeugung der elektrischen Energie zum Antrieb elektrischer Verbraucher im Vergleich zum Gesamtkraftstoffverbrauch relativ gering ist. Eine leichte Steigerung des Kraftstoffverbrauchs könnte von dem Fahrer daher übersehen oder eventuell einer anderen Aktion, wie beispielsweise dem Herunterdrücken des Gaspedals, zugeordnet werden.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem während des Betriebs des Kraftfahrzeugs Werte für den Kraftstoffverbrauch ermittelt werden können, die den Verbrauch, der durch elektrische Verbraucher verursacht wird, genau angeben. Weiterhin sollen diese Werte dem Fahrer des Kraftfahrzeugs in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Ermittlung von Kraftstoffverbrauch gemäß Anspruch 1 gelöst. Bei diesem Verfahren wird in einem Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Generator, der von dem Verbrennungsmotor angetrieben wird, der Mehrstoffverbrauch an Kraftstoff ermittelt, der durch einen elektrischen Verbraucher, der mit dem Generator verbunden ist, hervorgerufen wird. Insbesondere wird zur Ermittlung des Kraftstoffmehrverbrauchs zumindest ein aktueller Wert für die Antriebsleistung des Generators berücksichtigt.

Durch die Berücksichtigung des mindestens einen aktuellen Werts für die Antriebsleistung kann der Wirkungsgrad des Generators, der durch die Antriebs- und die Abtriebsleistung definiert ist, genauer festgelegt werden. Die

Einbeziehung dieses, über den mindestens einen aktuellen Wert der Antriebsleistung des Generators bestimmten, momentanen Wirkungsgrads des Generators führt dazu, dass auch der Kraftstoffmehrverbrauch genauer bestimmt werden kann. Die Ermittlung unter Berücksichtigung des momentanen tatsächlichen Wirkungsgrads liefert somit bessere Werte als eine Ermittlung, bei der ein gemittelter oder abgeschätzter Wirkungsgrad verwendet wird.

Vorzugsweise werden zur Bestimmung des Kraftstoffmehrverbrauchs Werte für die elektrische Antriebsleistung des Generators zu unterschiedlichen Zeitpunkten bestimmt. Bei der Verwendung mehrerer Werte der elektrischen Antriebsleistung, die für unterschiedliche Zeitpunkte bestimmt wurden, kann mittels Differenzbildung zwischen diesen Werten sichergestellt werden, dass der Wirkungsgrad, der der Kraftstoffmehrverbrauchsberechnung zugrunde gelegt wird, den Wirkungsgrad des Generators wiedergibt, mit dem die Differenzleistung zwischen zweier der gemessenen Leistungswerten erzeugt wird. Dieser unterscheidet sich von dem Gesamtwirkungsgrad des Generators. Durch die Berücksichtigung des Wirkungsgrads für die Differenzleistung wird die Bestimmung des Kraftstoffmehrverbrauchs weiter präzisiert.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird die elektrische Antriebsleistung des Generators für einen ersten Zeitpunkt und einen zeitlich danach liegenden zweiten Zeitpunkt ermittelt, wobei der erste Zeitpunkt dem Anschaltzeitpunkt eines elektrischen Verbrauchers entspricht.

Wird die elektrische Antriebsleistung zu dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Verbraucher zugeschaltet wird, gemessen und ein zweiter Wert, der die elektrische Antriebsleistung während des Betriebs des elektrischen Verbrauchers darstellt, ermittelt, so kann daraus die Information erhalten werden, um wieviel die elektrische Antriebsleistung des Generators durch den elektrischen Verbraucher gestiegen ist. Es wird somit möglich, auch beim Zuschalten eines elektrischen Verbrauchers zu einem Zeitpunkt, zu dem bereits ein anderer elektrischer Verbraucher aktiviert ist, den Kraftstoffmehrverbrauch, der durch den zuletzt zugeschalteten Verbraucher hervorgerufen wird, zu bestimmen.

Gemäß einer Ausführungsform kann die elektrische Antriebsleistung des Generators für die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs über ein Genera-

tormodell ermittelt werden. In ein solches Modell können momentane Umgebungsbedingungen und der momentane Zustand des Kraftfahrzeugs einbezogen werden. Hierdurch wird die Bestimmung des Werts der elektrischen Antriebsleistung noch genauer. Das Generatormodell kann in dem Motorsteuergerät des Kraftfahrzeugs abgelegt sein.

Alternativ oder zusätzlich können Werte, die für die Bestimmung der elektrischen Antriebsleistung notwendig sind, aus Kennlinien ermittelt werden. Diese Werte können in das Generatormodell einbezogen werden, oder die elektrische Antriebsleistung wird unmittelbar aus einem Kennlinienfeld ausgelesen. Die Kennlinienfelder können ebenfalls von dem Motorsteuergerät abgelegt sein.

Vorzugsweise werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mechanische und elektrische Verluste berücksichtigt. Durch die Einbeziehung von auftretenden Verlusten kann erneut die Bestimmung der elektrischen Antriebsleistung des Generators und dadurch die Kraftverbrauchsbestimmung genauere Werte liefern. Auch die Werte für die Verlustleistung können aus Kennlinienfeldern entnommen werden oder durch ein Generatormodell berechnet werden.

Als Eingangsgrößen für ein Generatormodell können beispielsweise die Motordrehzahl, die Umgebungstemperatur, das Übersetzungsverhältnis, die Bordnetzspannung sowie der Erregerstrom des Generators berücksichtigt werden. Aus diesen Eingangsgrößen sowie gegebenenfalls weiteren Größen kann die elektrische Abtriebsleistung des Generators sowie die gesamte Verlustleistung (mechanische, elektrische und thermische Verlustleistung) ermittelt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Anzeigen des Kraftstoffverbrauchs in einem Kraftfahrzeug, wobei der Kraftstoffmehrverbrauch, der von einem elektrischen Verbraucher an Bord des Kraftfahrzeugs hervorgerufen wird, separat angezeigt wird.

Die Anzeigevorrichtung kann hierbei eine digitale oder Zeiger-Anzeigevorrichtung darstellen, wobei unter separater Anzeige verstanden wird, dass der Kraftstoffmehrverbrauch gesondert vom Gesamtkraftstoff-

verbrauch angezeigt wird. Diese separate Anzeige kann mittels der gleichen Anzeigevorrichtung, die für den Gesamtverbrauch verwendet wird, erfolgen.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kraftstoffmehrverbrauch zusammen mit einer Angabe über den elektrischen Verbraucher, durch den der Kraftstoffmehrverbrauch hervorgerufen wird, angezeigt.

10 Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, dem Fahrer Informationen darüber zu geben, wieviel Kraftstoff die von ihm betätigte elektrische Vorrichtung in dem Kraftfahrzeug verbraucht. Dem Fahrer wird dadurch die Wahl überlassen, ob dieser zusätzliche Kraftstoffverbrauch akzeptabel ist oder ob das elektrische Gerät abgeschaltet werden soll.

15 In einer Ausführungsform des Anzeigeverfahrens wird der Wert des Kraftstoffmehrverbrauchs über das erfindungsgemäße Ermittlungsverfahren bestimmt und der Anzeigevorrichtung zugeführt.

20 Die Vorteile und Merkmale, die bezüglich des Verfahrens zur Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs beschrieben wurden, gelten, soweit anwendbar, auch für das Verfahren zur Anzeige des Kraftstoffmehrverbrauchs.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beiliegenden Figur im Folgenden genauer beschrieben.

25 Die Figur 1 zeigt ein Flussdiagramm über den Verfahrensablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

30 Wird bei laufendem Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs ein elektrischer Verbraucher, beispielsweise die Heizung für die Heckscheibe, angeschaltet, so wird ein Signal an das Motorsteuergerät übertragen. Aufgrund dieses Signals wird die Ermittlung des Kraftstoffmehrverbrauchs initiiert. Hierzu wird zunächst die elektrische Antriebsleistung P_{mech_1} für den Zeitpunkt, zu dem der elektrische Verbraucher zwar eingeschaltet, aber noch nicht aktiviert d.h. mit Strom versorgt wurde, berechnet. Zu einem zweiten Zeitpunkt, der beispielsweise ein paar Sekunden oder Minuten nach dem Anschaltzeitpunkt
35 liegen kann, wird dann die elektrische Antriebsleistung P_{mech_2} des Generators berechnet. Aus diesen beiden Werten wird die Differenzleistung ΔP_{mech} berechnet.

Aus diesem Wert wird dann der Unterschied im Kraftstoffverbrauch, das heißt der Kraftstoffmehrverbrauch, ermittelt. Dieser Wert wird einer Anzeigevorrichtung zugeführt, über die der Kraftstoffmehrverbrauch dem Fahrer angezeigt wird. Anschließend wird von dem Motorsteuergerät überprüft, ob der elektrische Verbraucher sich noch in dem aktiven Zustand befindet, das heißt noch angeschaltet ist. Ist dies der Fall, so wird in der dargestellten Ausführungsform erneut ein Wert für die elektrische Antriebsleistung P_{mech_2} für einen weiteren Zeitpunkt ermittelt und, wie bereits im ersten Verfahrenszyklus die Differenz zu dem Anfangswert der elektrischen Antriebsleistung bestimmt. Der mit diesem erneut berechnete Wert ermittelte Kraftstoffmehrverbrauch wird dann an die Anzeigevorrichtung geleitet und dem Fahrer zur Ansicht gebracht. Wird von dem Motorsteuergerät allerdings festgestellt, dass das elektrische Gerät nicht mehr aktiv ist, so wird das Verfahren beendet.

Die Ermittlung der elektrischen Antriebsleistung P_{mech} kann auf unterschiedliche Arten erfolgen. Zum einen kann die elektrische Antriebsleistung des Generators bestimmt werden durch die Summe der elektrischen Abtriebsleistung und der Verlustleistung, gemäß der Formel:

$$P_{\text{mech}} = P_{\text{el}} + P_{\text{Verlust}}$$

Die für diese Berechnung notwendigen Werte können wahlweise mittels eines Generatormodells erhalten werden und/oder aus Kennlinien entnommen werden.

Bei einem möglichen Generatormodell werden als Eingangsgrößen die Generator-drehzahl, die Bordnetzspannung, der Erregerstrom des Generators, die Umgebungstemperatur und das Übersetzungsverhältnis verwendet. Hierbei kann die Generator-drehzahl aus der Motordrehzahl und dem Übersetzungsverhältnis, das beispielsweise 2,4 beträgt, ermittelt werden. Dieser Wert wird durch das Motorsteuergerät oder über den CAN-Bus zur Verfügung gestellt. Es ist auch möglich, das df-Signal (dynamic field signal) in das Generatormodell einzubeziehen. Dieses gibt die Generatorauslastung wieder und wird für die Berechnung des Ausgangsstroms des Generators benötigt. Die weiterhin für die Bestimmung der Leistung notwendige Generatorspannung kann beispielsweise berechnet werden über die Batteriespannung, den

Widerstand durch Leitungsverlust sowie den Strom, der durch den Leitungswiderstand fließt. Aus einem solchen Generatormodell können die Werte für die elektrische Abtriebsleistung des Generators sowie die gesamte Verlustleistung erhalten werden. Mit einem Generatormodell können beispielsweise

5 die Bürstenverluste, die Eisenverluste, die Magnetverluste, die Diodenverluste, die mechanischen Verluste in Abhängigkeit der Drehzahl des Generators und die Lagerverluste, die sich über den Wirkungsgrad des Riemenantriebs bestimmen lassen, berücksichtigt werden.

10 Alternativ können die Werte für die Generatorabtriebsleistung sowie für die Verlustleistung aus Kennlinienfeldern entnommen werden.

Weiterhin ist es auch möglich, die Generatorantriebsleistung mittels Werten zu bestimmen, die für den Generator gemessen bzw. aus Kennlinienfeldern

15 ermittelt wurden. Hierzu können das Generatordrehmoment sowie die Generatordrehzahl als Einflussgrößen verwendet werden. Diese Werte werden durch das Motorsteuergerät ermittelt oder stehen über Tabellen zur Verfügung.

20 Zur Berechnung des Kraftstoffmehrverbrauchs, der durch diese Mehrleistung hervorgerufen wird, wird von der Tatsache ausgegangen, dass der Wirkungsgrad des Generators den Quotienten aus der Abtriebsleistung und der Antriebsleistung darstellt. Hieraus folgt, dass der Kraftstoffmehrverbrauch direkt proportional zu der Antriebsmehrleistung des Generators ist und beispielsweise über die folgende Formel berechnet werden kann:

25

$$\Delta \text{Verb} = \Delta P_{\text{el}} / \eta \quad * k * 100/v = \Delta P_{\text{mech}} * k * 100/v$$

30 wobei:

ΔVerb : Kraftstoffmehrverbrauch in l / 100km

ΔP_{el} : Abtriebsmehrleistung des Generators in kW

ΔP_{mech} : Antriebsmehrleistung des Generators in kW

η : Wirkungsgrad des Generators

35 k : Proportionalitätsfaktor in l / (h * kW)

v : Fahrzeuggeschwindigkeit in km / h

Der Proportionalitätsfaktor, der einen Mittelwert für den Verbrauch für die effektive Leistung für alle Motoren bei einer Drehzahl bis beispielsweise 4000 1/min darstellen kann, und für Otto-Motoren beispielsweise unter Verwendung der sogenannten Willans-Linien zu 0,264 l / h pro kW und für TDI-Motoren beispielsweise 0,208 l / h pro kW bestimmt wurde, kann aus Tabellen entnommen werden, oder über Kennlinienfelder und Mittlungsverfahren erhalten werden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellte Ausführungsform des Verfahrens und die beschriebenen Berechnungsarten beschränkt.

Im Rahmen der Erfindung können auch andere Berechnungsverfahren für den Kraftstoffmehrverbrauch verwendet werden, solange diese den momentanen Zustand des Kraftfahrzeugs hinreichend berücksichtigen. Insbesondere muss der zumindest ein aktueller Wert der elektrischen Antriebsleistung des Generators in die Berechnung einfließen.

Weiterhin ist es auch möglich, beispielsweise den Kraftstoffmehrverbrauch für mehrere elektrische Verbraucher zu ermitteln. Dies ist in der Regel nur dann möglich, wenn diese nacheinander zugeschaltet werden. Bei dieser Ausführungsform wird ein erster Wert für die elektrische Antriebsleistung für den Anschaltzeitpunkt des ersten und einen weiteren, nach diesem Zeitpunkt liegenden Zeitpunkt bestimmt. Eine weitere Überprüfung des Kraftstoffmehrverbrauchs nach einem weiteren Zeitintervall erfolgt dann nicht. Wird ein weiterer elektrischer Verbraucher zugeschaltet, so wird für diesen auf die gleiche Weise der Kraftstoffmehrverbrauch bestimmt. Soll der Kraftstoffmehrverbrauch zu mehreren Zeitpunkten während des Betriebs des elektrischen Verbrauchers überprüft werden, so wird vor der Bestimmung der Antriebsleistung des Generators zunächst überprüft, ob seit dem letzten Zeitpunkt der Bestimmung ein weiterer Verbraucher aktiviert wurde.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Kraftstoffmehrverbrauch für einen elektrischen Verbraucher außer unmittelbar nach dem Anschalten auch bei jeder Änderung der Betriebsbedingungen ermittelt und angezeigt. Diese Änderung kann beispielsweise die Wahl einer höheren Stufe bei einer Klimaanlage sein.

Für die Anzeige des Kraftstoffmehrverbrauchs können herkömmliche Anzeigevorrichtungen, wie diese in dem Armaturenbrett des Kraftfahrzeugs vorgesehen sind, verwendet werden. Vorzugsweise wird eine digitale Anzeigevorrichtung verwendet. Mittels einer solchen Anzeigevorrichtung besteht nämlich die Möglichkeit, den Kraftstoffverbrauch, der durch einzelne elektrische Verbraucher hervorgerufen wird, separat anzuzeigen und gegebenenfalls dem Fahrer zusätzlich die Information zu geben, für welchen elektrischen Verbraucher der Kraftstoffmehrverbrauch momentan angezeigt wird. So kann beispielsweise auf der Anzeigevorrichtung angegeben werden, Heckscheibe: 0,5 l pro 100 km.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit die Möglichkeit geschaffen, dem Fahrer eines Kraftfahrzeugs während des Betriebs des Kraftfahrzeugs Informationen zur Verfügung zu stellen, wieviel Kraftstoff von einzelnen elektrischen Geräten an Bord des Kraftfahrzeugs verbraucht wird. Diese Information erlaubt es dem Fahrer, die Entscheidung zu treffen, ob der Kraftstoffmehrverbrauch in Kauf genommen werden soll, oder ob das elektrische Gerät abgeschaltet werden soll. Dadurch kann eine Belastung der Umwelt gesenkt werden, da einige elektrische Geräte von Fahrern in der Regel nicht oder zumindest weniger häufig und lang verwendet werden würden, wenn diesen der zusätzliche Kraftstoffverbrauch bekannt wäre.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Kraftstoffverbrauch in einem Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Generator, der von dem Verbrennungsmotor angetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Mehrverbrauch an Kraftstoff ermittelt wird, der durch einen elektrischen Verbraucher, der mit dem Generator verbunden ist, erzeugt wird, wobei zur Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs zumindest ein aktueller Wert der Generatorantriebsleistung berücksichtigt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Bestimmung der elektrischen Antriebsleistung des Generators zu unterschiedlichen Zeitpunkten umfasst.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Antriebsleistung zu einem ersten Zeitpunkt und einem zeitlich danach liegenden zweiten Zeitpunkt ermittelt wird, wobei der erste Zeitpunkt im Bereich des Anschaltzeitpunkts eines elektrischen Verbrauchers liegt, insbesondere kurz vor dessen Bestromung liegt.
4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Antriebsleistung mittels eines Generatormodells ermittelt wird.
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Antriebsleistung mittels Werten aus Kennlinienfeldern ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung des Wertes für die Antriebsleistung an dem Generator mechanische und elektrische Verluste berücksichtigt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass für das Generatormodell als Eingangsgrößen zumindest die Motordrehzahl, die Umgebungstemperatur, das Übersetzungsverhält-

nis, die Bordnetzspannung sowie der Erregerstrom des Generators verwendet werden.

8. Verfahren zum Anzeigen des Kraftstoffverbrauchs, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffmehrverbrauch, der durch einen elektrischen Verbraucher an Bord des Kraftfahrzeugs hervorgerufen wird, separat angezeigt wird.
9. Anzeigeverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffmehrverbrauch zusammen mit einer Angabe über den elektrischen Verbraucher, durch den der Kraftstoffverbrauch hervorgerufen wird, angezeigt wird.
10. Anzeigeverfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des Mehrverbrauchs nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 ermittelt wird und dieser Wert einer Anzeigevorrichtung zugeführt wird.

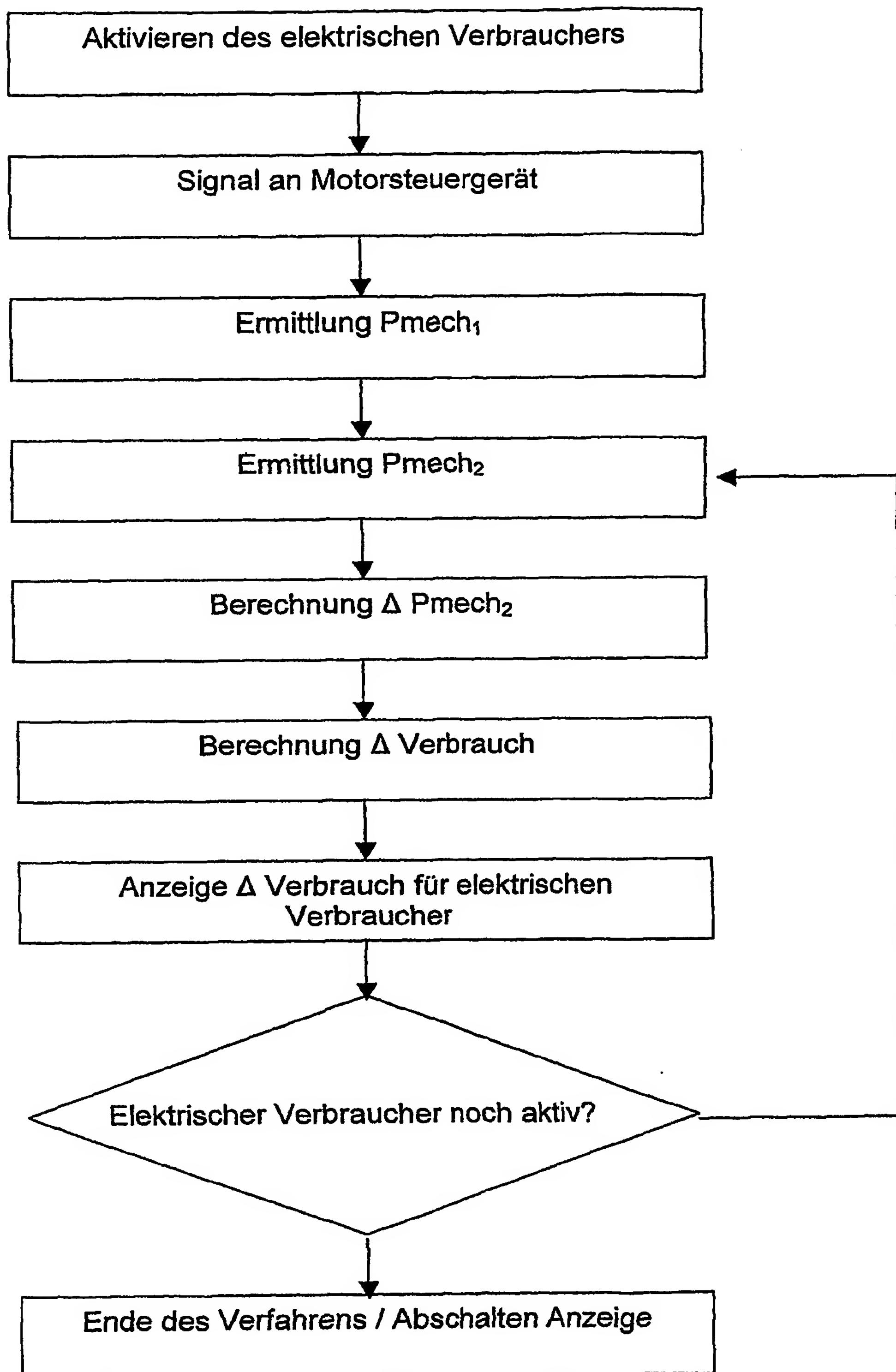


FIG. 1